

8 种杀菌剂对西兰花菌核病的防治效果 及对制种产量的影响

何道根, 檀国印, 朱长志, 张志仙, 高旭

(浙江省台州市农业科学研究院, 临海 317000)

摘要 本文开展了 8 种杀菌剂对制种西兰花菌核病的防治效果试验。结果表明 8 种杀菌剂均有防治效果, 以 40% 菌核净可湿性粉剂的防治效果最好, 防效为 99.19%, 比空白对照增产 167.05%, 千粒重最高, 达到 5.38 g; 其次为 2 亿活孢子/g 木霉菌可湿性粉剂和 50% 腐霉利可湿性粉剂, 防效分别为 82.39% 和 81.69%, 比空白对照分别增产 147.44% 和 151.70%, 千粒重分别为 5.34 和 5.36 g。其他杀菌剂的防治效果为 51.06%~73.23%, 比对照增产 76.99%~107.39%, 千粒重为 4.73~5.28 g, 空白对照的千粒重为 3.23 g。综合分析认为, 制种西兰花菌核病的防治可选用 40% 菌核净可湿性粉剂、2 亿活孢子/g 木霉菌可湿性粉剂和 50% 腐霉利可湿性粉剂等 3 种杀菌剂, 并交替轮流使用。

关键词 西兰花制种; 菌核病; 杀菌剂; 防治效果; 产量

中图分类号: S 436.35 **文献标识码:** B **DOI:** 10.3969/j.issn.0529-1542.2017.02.040

Control effect of eight fungicides against *Sclerotinia sclerotiorum* in broccoli and their influence on hybrid seeds yield

He Daogen, Tan Guoyin, Zhu Changzhi, Zhang Zhixian, Gao Xu

(Taizhou Academy of Agricultural Sciences of Zhejiang Province, Linhai 317000, China)

Abstract In order to screen effective fungicides for the control of *Sclerotinia sclerotiorum* of broccoli for seed production, the control effects of eight fungicides were investigated in field. The results showed that all eight fungicides could control *S. sclerotiorum*. Among which, 40% dimethachlon WP had the highest control effect with control efficacy up to 99.19%. The seed production increased by 167.05% compared with blank control and the 1 000-grain weight reached up to 5.38 g after application of this fungicide. The control effects of 2×10^8 living conidia/g *Trichoderma* WP and 50% procymidone WP were lower than 40% dimethachlon WP with control efficiencies of 82.39% and 81.69%, respectively. The seed production increased by 147.44% and 151.70%, the 1 000-grain weight was 5.34 g and 5.36 g, respectively, after application of these two fungicides. The control effects of other fungicides ranged from 51.06% to 73.23%, and the seed production increased from 76.99% to 107.39%, and 1 000-grain weight varied from 4.73 g to 5.28 g. The 1 000-grain weight of blank control was 3.23 g. In conclusion, 40% dimethachlon WP, 2×10^8 living conidia/g *Trichoderma* WP and 50% procymidone WP were recommended for the control of *Sclerotinia sclerotiorum* and should be used by rotation.

Key words seed production of broccoli hybrid; *Sclerotinia sclerotiorum*; fungicide; control effect; yield

西兰花学名青花菜 *Brassica oleracea* L. var. *italica* Planch., 原产于地中海沿岸, 是十字花科芸薹属甘蓝种的一个变种, 又称绿花菜、绿菜花、绿头等。西兰花营养丰富, 且富含抗癌物质萝卜硫素, 因此深受广大消费者喜爱。自 20 世纪 80 年代中期, 西兰花在我国开始较大规模地引种试种, 至 90 年代末已发展成为一种新兴的优质特色创汇蔬菜, 近几年随着国内消费量的增加, 种植面积也在

逐年扩大。目前我国西兰花的生产用种绝大多数是从日本、美国、荷兰等国进口。国外公司垄断种子供给。台州市农业科学研究院经过十多年的研究选育出了 3 个通过浙江省审定的西兰花品种^[1-2], 可以部分替代进口品种。但在设施大棚内进行杂交制种时发现西兰花菌核病发生很严重, 严重影响了种子产量和质量。

菌核病主要由核盘菌属 *Sclerotinia*、链核盘菌

收稿日期: 2016-07-04 修订日期: 2016-08-05

基金项目: 浙江省农业新品种选育重大科技专项(2016C02051-5-2); 浙江省重点创新团队项目(2013TD05); 浙江省重大科技专项(2014C02006); 台州市重点科技创新团队项目(2014-1); 台州市农业重大专项(14ZD05)

联系方式 E-mail: daogeh@163.com

属 *Monilinia*、丝核菌属 *Rhizoctonia* 和小菌核属 *Sclerotium* 等腐生真菌引起^[3-4], 其寄主多达 75 科 450 多种植物, 主要为双子叶植物, 例如油菜、大豆、向日葵、花生等和少数单子叶植物如洋葱等^[5]。菌核病在我国每年造成 10 亿~30 亿元的经济损失, 发病严重区域作物减产近 50%^[6]。

西兰花菌核病是由子囊菌亚门真菌核盘菌 *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary 侵染所致^[7], 在西兰花定植之后就会零星发生, 结球期和花枝伸长期开始大量发病, 盛花期会暴发, 整株或大部分枝条腐烂, 影响籽粒灌浆, 产量锐减, 甚至绝收, 种子干瘪、成熟度低, 种子质量差, 发芽率下降。本试验参考油菜等作物的菌核病防治^[6,8], 研究 8 种杀菌剂对西兰花菌核病的防效及对产量的影响, 筛选出可以有效防控西兰花菌核病、降低制种产量损失的杀菌剂, 并提出相应的防控技术措施, 提高西兰花杂

交制种的产量和种子质量。

1 材料与方法

1.1 试验设计

试验地点位于浙江省临海市江南街道的台州市农业科学院试验基地内, 试验材料为‘台绿 1 号’杂交制种的母本。试验处理为 40% 菌核净可湿性粉剂、50% 腐霉利可湿性粉剂、40 g/L 啞霉胺悬浮剂、25% 啞菌酯悬浮剂、2 亿活孢子/g 木霉菌可湿性粉剂、500 g/L 甲基硫菌灵悬浮剂、50% 啞酰菌胺水分散粒剂和 70% 甲基硫菌灵可湿性粉剂, 另设空白对照, 9 个处理, 6 次重复, 共 54 个小区, 按照随机区组排列。每个小区一个小拱棚, 每个小拱棚的面积为 320 m², 四畦, 每畦 2 行, 父母本各 1 行。授粉结束后, 拔除父本。

8 种杀菌剂的生产厂家及使用浓度详见表 1。

表 1 试验所用杀菌剂浓度及生产厂家

Table 1 Concentration and manufacturers of fungicides used in this study

药剂 Fungicide	药液浓度/mg · L ⁻¹ Concentration	生产厂家 Manufacturer
40% 菌核净 WP 40% dimetachlone WP	1 700	山东恒利达生物科技有限公司
50% 腐霉利 WP 50% procymidone WP	600	住友化学(上海)有限公司
400 g/L 啞霉胺 SC 400 g/L pyrimethanil SC	500	拜耳作物科学公司
25% 啞菌酯 SC 25% azoxystrobin SC	500	浙江海正化工股份有限公司
2 亿活孢子/g 木霉菌 WP 2 × 10 ⁸ living conidia/g <i>Trichoderma</i> WP	2 000	山东泰诺药业有限公司
500 g/L 甲基硫菌灵 SC 500 g/L thiophanate-methyl SC	1 600	山东邹平农药有限公司
50% 啞酰菌胺 WG 50% boscalid WG	500	巴斯夫欧洲公司
70% 甲基硫菌灵 WP 70% thiophanate-methyl WP	1 600	江苏龙灯化学有限公司

1.2 施药时间、调查方法

2015 年 2 月 1 日西兰花花球割除后第 1 次喷药, 2015 年 3 月 3 日西兰花开花初期, 放蜜蜂前第 2 次喷药, 2015 年 4 月 17 日开花末期第 3 次喷药, 共喷 3 次药。

病害调查方法: 在西兰花成熟采收前调查每个小区的发病情况, 计算发病率、病情指数和防治效果。西兰花菌核病分级标准参考浙江省地方标准《油菜菌核病和病毒病测报技术规范》(DB 33/T 882 - 2012)。0 级: 无病; 1 级: $0 < i \leq 1/3$ 枝条发病; 2 级: $1/3 < i \leq 2/3$ 枝条发病; 3 级: $i > 2/3$ 以上枝条发病。其中, i 为单株菌核病的严重度。

发病率(%) = 发病株数/调查总株数 × 100;

病情指数 = $\sum(\text{各级别的病株数} \times \text{相应级别}) / (\text{调查总株数} \times \text{最高级别}) \times 100$;

防治效果(%) = $(\text{对照区病情指数} - \text{药剂处理区病情指数}) / \text{对照区病情指数} \times 100$ 。

小区产量和千粒重测定: 种子成熟时, 同期采收,

晒干后各小区分别进行测产, 折算成单位面积产量 (kg/667m²)。种子晒干后取样测定千粒重(g/1 000 粒)。

1.3 统计方法

试验数据按统计分析要求进行整理, 采用 SAS 9.1 软件对试验数据进行方差分析、多重比较及相关系数计算。

2 结果与分析

2.1 不同杀菌剂处理对西兰花菌核病的防效

方差分析结果表明: 8 种杀菌剂处理的发病率和病情指数都与空白对照存在极显著差异, 其中 40% 菌核净可湿性粉剂处理的发病率最低, 为 1.62%, 与其他 7 种杀菌剂处理的发病率存在极显著差异; 50% 腐霉利可湿性粉剂、2 亿活孢子/g 木霉菌可湿性粉剂处理的发病率分别为 29.60%、26.67%, 与 400 g/L 啞霉胺悬浮剂(发病率 47.97%)、25% 啞菌酯悬浮剂(发病率 59.21%)、50% 啞酰菌胺

水分散粒剂(发病率 56.94%)和 70%甲基硫菌灵可湿性粉剂(发病率 54.79%)处理的发病率存在显著差异。40%菌核净可湿性粉剂处理的病情指数最低,为 0.57,与其他药剂差异均显著,与 400 g/L 嘧霉胺悬浮剂(病情指数 23.06)、25%啶菌酯悬浮剂(病情指数 32.53)、500 g/L 甲基硫菌灵悬浮剂(病情指数 18.92)、50%啶酰菌胺水分散粒剂(病情指数 34.59)和 70%甲基硫菌灵可湿性粉剂(病情指数 31.16)处理的病情指数存在极显著差异。详见表 2。

表 2 不同杀菌剂处理对西兰花菌核病的防治效果¹⁾

Table 2 Control effect of different fungicides against *Sclerotinia sclerotiorum* of broccoli

杀菌剂 Fungicide	发病率/% Disease incidence	病情指数 Disease index	防治效果/% Control efficacy
40%菌核净 WP 40% dimetachlone WP	1.62 eD	0.57 eE	99.19
50%腐霉利 WP 50% procymidone WP	29.60 dC	12.94 dDE	81.69
400 g/L 嘧霉胺 SC 400 g/L pyrimethanil SC	47.97 bcBC	23.06 cdBCD	67.37
25%啶菌酯 SC 25% azoxystrobin SC	59.21 bB	32.53 bcBC	53.98
2 亿活孢子/g 木霉菌 WP 2×10 ⁸ living conidia/g <i>Trichoderma</i> WP	26.67 dC	12.45 dDE	82.39
500 g/L 甲基硫菌灵 SC 500 g/L thiophanate-methyl SC	38.75 cdBC	18.92 dCD	73.23
50%啶酰菌胺 WG 50% boscalid WG	56.94 bB	34.59 bB	51.06
70%甲基硫菌灵 WP 70% thiophanate-methyl WP	54.79 bcB	31.16 bcBC	55.91
对照 CK	97.75 aA	70.68 aA	—

1) 同列数据后不同小写和大写英文字母分别表示 5%和 1%水平的显著性差异。下同。

Different small and capital letters in the same column indicate significant difference at 0.05 and 0.01 levels, respectively. The same below.

2.2 不同杀菌剂处理对西兰花制种产量和千粒重的影响

从表 3 可知,空白对照的产量是 3.52 kg/667 m²,千粒重 3.23 g,8 种杀菌剂处理的制种产量和千粒重都比空白对照高,存在极显著差异。不喷杀菌剂处理(空白对照)的菌核病发生严重,产量损失大,种子成熟度差、不饱满、千粒重低、种子质量差。8 种杀菌剂对西兰花菌核病都有防效,都明显减少了西兰花制种产量的损失,种子质量得到了明显的提高。

40%菌核净可湿性粉剂处理的产量最高,达到 9.40 kg/667m²,比对照增产 167.05%,与其他 7 种杀菌剂处理达到极显著差异;50%腐霉利可湿性粉剂和 2 亿活孢子/g 木霉菌可湿性粉剂处理的产量分别为 8.86、8.71 kg/667m²,分别比对照增产 151.70%、147.44%,相互之间没有显著差异;50%腐霉利可湿性粉剂和 2 亿活孢子/g 木霉菌可湿性粉剂处理的产量与 400 g/L 嘧霉胺悬浮剂(产量 7.03 kg/667 m²)、25%啶菌酯悬浮剂(产量 6.25 kg/667 m²)、500 g/L 甲基硫菌灵悬浮剂(产量 7.30 kg/667 m²)、50%啶酰菌胺水分散粒剂(产量 6.23 kg/667 m²)和 70%甲基

试验结果表明,8 种杀菌剂对西兰花菌核病都有一定的防治效果,其中 40%菌核净可湿性粉剂的防治效果最好,喷药 3 次后的发病率和病情指数分别为 1.62%、0.57,防治效果达到 99.19%,其次是 2 亿活孢子/g 木霉菌可湿性粉剂,发病率和病情指数为 26.67%、12.45,防治效果为 82.39%,50%腐霉利可湿性粉剂处理的发病率和病情指数为 29.6%、12.94,防治效果为 81.69%,其他杀菌剂的防治效果为 51.06%~73.23%。

硫菌灵可湿性粉剂(产量 6.28 kg/667 m²)处理的产量存在极显著差异。

40%菌核净可湿性粉剂、50%腐霉利可湿性粉剂、2 亿活孢子/g 木霉菌可湿性粉剂、500 g/L 甲基硫菌灵悬浮剂处理的千粒重分别为 5.38、5.36、5.34、5.28 g,它们之间没有显著差异,这 4 种处理的种子成熟度高、种子饱满、质量好;25%啶菌酯悬浮剂、50%啶酰菌胺水分散粒剂、70%甲基硫菌灵可湿性粉剂处理的千粒重较低,与其他 5 种杀菌剂处理的千粒重存在极显著差异。

结果可知,40%菌核净可湿性粉剂、50%腐霉利可湿性粉剂和 2 亿活孢子/g 木霉菌可湿性粉剂等 3 个杀菌剂对西兰花菌核病的防效较好,产量损失少,种子饱满、千粒重高、质量好。

2.3 制种产量、千粒重与发病情况的关系

从表 4 可知,西兰花的制种产量、千粒重与菌核病的发病情况存在极显著的负相关,发病率和病情指数高即发病严重的制种产量损失大、种子不饱满、千粒重低、种子质量差。发病率与病情指数存在极显著的正相关,说明发病株数越多,相互之间更加容易感染、传播和蔓延,加剧整个大棚的发病程度。

表 3 不同杀菌剂处理对西兰花制种产量和千粒重的影响

Table 3 Effect of different treatments on broccoli seeds yield and 1000-grain weight

试验处理 Treatment	产量/kg·(667m ²) ⁻¹ Yield	较对照增产/% Increased production	千粒重/g 1 000-grain weight
40%菌核净 WP 40% dimetachlone WP	9.40 aA	167.05	5.38 aA
50%腐霉利 WP 50% procymidone WP	8.86 bB	151.70	5.36 aAB
400 g/L 啞霉胺 SC 400 g/L pyrimethanil SC	7.03 cC	99.72	5.21 bB
25%啞菌酯 SC 25% azoxystrobin SC	6.25 dD	77.56	4.76 cC
2 亿活孢子/g 木霉菌 WP 2×10 ⁸ living conidia/g <i>Trichoderma</i> WP	8.71 bB	147.44	5.34 aAB
500 g/L 甲基硫菌灵 SC 500 g/L thiophanate-methyl SC	7.30 cC	107.39	5.28 abAB
50%啞酰菌胺 WG 50% boscalid WG	6.23 dD	76.99	4.74 cC
70%甲基硫菌灵 WP 70% thiophanate-methyl WP	6.28 dD	78.41	4.73 cC
对照 CK	3.52 eE	—	3.23 dD

表 4 发病情况与产量及千粒重的相关系数¹⁾

Table 4 Correlation coefficient between disease incidence and broccoli seeds yield or 1000-grain weight

	病情指数 Disease index	产量 Yield	千粒重 1 000-grain weight
发病率 Disease incidence	0.957 3**	-0.844 5**	-0.790 6**
病情指数 Disease index	—	-0.868 1**	-0.865 9**

1) ** 为极显著水平(0.01)。

** indicates extremely significant level (0.01).

3 结论与讨论

西兰花菌核病一般在结球期就开始出现^[9-11], 若不及时进行防治, 就会在留种株的花枝伸长期和盛花期大暴发, 发病后就很难控制。本试验在西兰花结球期开始喷药, 开花期再喷药 2 次, 经过 3 次防治, 试验的 8 种杀菌剂都有一定的防治效果。制种西兰花菌核病的防治要以预防为主, 提前喷药。

张召荣等^[8]报道菌核净对制种榨菜菌核病的防治效果最好, 防效可达 70%, 制种产量增加 18.73%, 可作为榨菜制种基地防治菌核病的首选药剂, 其增产机理主要是提高了种子千粒重。这和本试验的结果是一致的, 40%菌核净可湿性粉剂处理的西兰花制种产量和千粒重最高, 种子饱满、质量好。另外 40%菌核净可湿性粉剂市场价格便宜, 大面积使用可以降低防治成本。

长期使用同一种农药容易产生抗药性^[6, 12-13], 导致防治效果变差, 甚至无效。本试验中, 40%菌核净可湿性粉剂、50%腐霉利可湿性粉剂和 2 亿活孢子/g 木霉菌可湿性粉剂都有较好的防治效果, 在实际生产中, 建议交替轮流使用这 3 种农药, 防止产生抗药性。

有销售商和农户反映, 菌核净等农药在黄瓜、番茄等蔬菜作物上使用容易产生药害。在本试验的实施过程中, 8 种杀菌剂处理的西兰花生长发育、开花结籽正常, 都没有出现药害现象, 说明 40%菌核净可

湿性粉剂、50%腐霉利可湿性粉剂和 2 亿活孢子/g 木霉菌可湿性粉剂等农药在防治西兰花菌核病上是可以安全使用的。

在实际生产过程中, 要经常去田间巡视, 及时割掉发病枝条、拔除整株发病的植株, 及时清理枯枝老叶, 注意棚内的通风降湿, 防止菌核病的相互传染、扩散和蔓延。

参考文献

- [1] 何道根, 何贤彪, 陈银龙, 等. 青花菜新品种‘台绿 1 号’[J]. 园艺学报, 2012, 39(7): 1415-1416.
- [2] 何道根, 张志仙, 朱长志, 等. 青花菜新品种‘台绿 2 号’[J]. 园艺学报, 2015, 42(S2): 2893-2894.
- [3] Purdy L H. *Sclerotinia sclerotiorum*: history, diseases and symptomatology, host range, geographic distribution, and impact [J]. *Phytopathology*, 1979, 69(8): 875-880.
- [4] Boland G J, Hall R. Index of plant hosts of *Sclerotinia sclerotiorum* [J]. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 1994, 16(2): 93-100.
- [5] Bolton M, Thomma B, Nelson B. *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary: biology and molecular traits of a cosmopolitan pathogen [J]. *Molecular Plant Pathology*, 2006, 7(1): 1-16.
- [6] 牛伯庆, 汪文静, 谢响明. 菌核病防治研究进展[J]. 生命科学研究, 2011, 15(6): 537-541.
- [7] 陈桂华, 蒋学辉, 郑永利. 十字花科蔬菜病虫害原色图谱[M]. 杭州: 浙江科学技术出版社, 2005.
- [8] 张召荣, 陶洪英, 胡代文, 等. 杂交制种榨菜菌核病防治药剂筛选[J]. 南方农业, 2016(1): 25-26.
- [9] 肖伟, 韩静, 任静, 等. 春节前病害调查与薄膜覆盖促进青花椰菜集中上市技术的综合分析[J]. 长江蔬菜, 2012(12): 51-52.
- [10] 任典东, 汪恩国, 王永才. 台州西兰花主要病虫害发生为害规律研究[J]. 蔬菜, 2013(2): 65-67.
- [11] 任学松. 西兰花高产高效栽培技术[J]. 吉林蔬菜, 2011(6): 9-10.
- [12] 齐永霞, 陈方新, 丁克坚, 等. 安徽省油菜菌核病菌对菌核净的抗药性测定[J]. 农药, 2006, 45(8): 567-568.
- [13] 匡静, 王建新, 周明国. 江苏省油菜菌核病菌对多菌灵和菌核净的抗药性监测[J]. 中国农学通报, 2011, 27(15): 285-291.
- [14] 东锋, 赵艳芬, 王维峰, 等. 制种甘蓝菌核病的发生与防治[J]. 种业导刊, 2016(5): 19-20.

(责任编辑: 杨明丽)